

Japanese Patent Laid-open Publication No.:2000-269725 A

Publication date :September 29, 2000

Applicant : Sony Corp.

Title : ANTENNA DEVICE AND CARD-LIKE STORAGE MEDIUM

5

(57) [Abstract]

[Object] To provide an antenna device with a constantly satisfactory reception efficiency even when plural antenna devices are superimposed on one another to be used.

10 [Means] An antenna device that receives an electromagnetic wave includes a loop antenna and a resonance unit formed by connecting a capacitor to a part of the loop antenna in parallel, in which a resonant frequency of the resonance unit is set higher than a
15 predetermined frequency of an electromagnetic wave, and the electromagnetic wave is received by the loop antenna when only one antenna device is used, while when plural antenna devices are superimposed on one another, the electromagnetic wave is received by the resonance unit by
20 utilizing reduction in the resonant frequency of the resonance unit due to the superimposition of the antenna devices.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-269725
(P2000-269725A)

(43)公開日 平成12年9月29日(2000.9.29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 Q 7/00		H 0 1 Q 7/00	2 C 0 0 5
B 4 2 D 15/10	5 2 1	B 4 2 D 15/10	5 2 1 5 B 0 3 5
G 0 6 K 19/07		G 1 1 C 7/00	3 1 5 5 J 0 2 1
G 1 1 C 7/00	3 1 5	H 0 1 Q 5/00	
H 0 1 Q 5/00		23/00	

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-69054

(22)出願日 平成11年3月15日(1999.3.15)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 有沢 繁

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

(74)代理人 100082740

弁理士 田辺 恵基

Fターム(参考) 2C005 NA09 TA22 TA27

5B035 BB09 CA23

5J021 AA01 AB04 CA03 FA04 FA13
JA03

(54)【発明の名称】 アンテナ装置及びカード状記憶媒体

(57)【要約】

【課題】複数枚重ねて使用した場合においても常に良好な受信効率を有するアンテナ装置を得る。

【解決手段】電磁波を受信するアンテナ装置において、ループアンテナと、当該ループアンテナの一部に対してコンデンサを並列に接続することにより形成される共振手段とを設け、当該共振手段の共振周波数を所定の電磁波の周波数よりも高い周波数に設定し、アンテナ装置単体の場合は当該電磁波をループアンテナで受信するとともに、アンテナ装置を複数枚重ねた場合、当該アンテナ装置を複数枚重ねたことによる共振手段の共振周波数の低下によって当該電磁波を当該共振手段で受信するようにした。

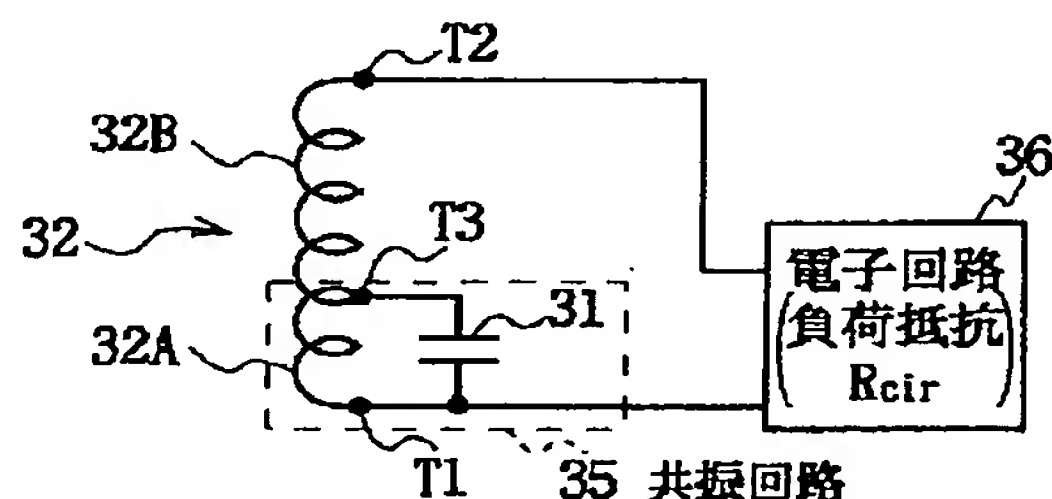


図2 本発明によるICカード

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の電磁波を受信するアンテナ装置において、

ループアンテナと、

上記ループアンテナの一部に対してコンデンサが並列に接続されることにより形成される共振手段とを具えることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 2】 上記アンテナ装置は、上記共振手段を複数有することを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 3】 上記共振手段の共振周波数は、上記所定の電磁波の周波数よりも高い周波数であることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】 所定の電子回路との間で所定の電磁波を介して通信を行うカード状記憶媒体において、

ループアンテナと、

上記ループアンテナの一部に対してコンデンサが並列に接続されることにより形成される共振手段とを具え、上記ループアンテナ又は上記共振手段のいずれかを用いて通信を行うことを特徴とするカード状記憶媒体。

【請求項 5】 上記カード状記憶媒体は、上記共振手段を複数有することを特徴とする請求項 4 に記載のカード状記憶媒体。

【請求項 6】 上記共振手段の共振周波数は、上記所定の電磁波の周波数よりも高い周波数であることを特徴とする請求項 4 に記載のカード状記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はアンテナ装置及びカード状記憶媒体に関し、例えば IC (Integrated Circuit) カードと非接触でデータの書き込み及び読み出しを行うためのアンテナ装置及びカード状記憶媒体に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、駅の改札機、セキュリティシステム、電子マネーシステム等の分野において、データ書込読出器と IC カードとを用いた IC カードシステムが試験的に導入されており、IC カードに対するデータの書き込みや IC カードからのデータの読み出しを非接触で実行するようになっている。

【0003】 図 9 に示すように、IC カードシステム 1 においては互いに対向するように配置されたデータ書込読出装置 2 と IC カード 5 とから構成され、データ書込読出器 3 のループアンテナ 4 から放射された電磁波を、IC カード 5 に設けられた共振回路 8 のループアンテナ 6 によって受信し、共振コンデンサ 7 を介して共振電流として流れることにより磁界を発生し、当該磁界のエネルギーに応じた受信電力を電子回路 9 に供給して動作させるようになっている。

【0004】 この IC カード 5 は、図 10 に示すように

共振回路 8 による共振周波数 F_{res} と、データ書込読出器 3 のループアンテナ 4 から放射された電磁波のキャリア周波数 F_{car} とを一致させるようになされており、これにより電磁波の受信効率を向上させている。

【0005】 ところで IC カードシステム 1 においては、所定の論理プロトコルが組み込まれており、これによりデータ書込読出器 3 のループアンテナ 4 に対して複数枚の IC カード 5 が重ねられた状態で同時に配置された場合でも、各 IC カード毎に送受信するデータが衝突することなく確実にデータ処理を行い得るようになっている。

【0006】 しかしながら、図 11 に示すようにデータ書込読出器 3 のループアンテナ 4 に対して複数 (N) 枚の IC カード 5 A ~ 5 N が重ねられた状態で配置された場合、共振コンデンサの容量 C_{res} は N 倍になると共に、電子回路 9 の負荷抵抗 R_{cir} は $1/N$ 倍になる。

【0007】 このように複数 (N) 枚の IC カード 5 A ~ 5 N が重ねられた状態では、共振コンデンサの容量 C_{res} が N 倍になることに伴って、共振周波数 F_{res} が $\sqrt{1/N}$ に低下してしまうという特性がある。

【0008】 従って、図 12 に示すように IC カード 5 A ~ 5 N が同時に重ねられた状態においては、共振回路 8 による共振周波数 F_{res} がデータ書込読出器 3 のループアンテナ 4 から放射された電磁波のキャリア周波数 F_{car} から大きくずれてしまうことにより、受信効率の大幅な低下を招いて通信が困難になる。

【0009】 そこで従来からの手法として図 13 に示すように、IC カード 5 の共振周波数 F_{res} をキャリア周波数 F_{car} に一致させるのではなく、キャリア周波数 F_{car} よりも予め少し高く設定しておくことが一般的に行われている。こうした IC カード 5 を 2 枚又は 3 枚重ねた場合、低下した共振周波数とキャリア周波数 F_{car} とのずれ量は最小で済み、これにより受信効率の大幅な低下を未然に防止して、ある程度の通信距離におけるデータの送受信を可能にしている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 ところでかかる構成の IC カード 5 においては、共振周波数 F_{res} をキャリア周波数 F_{car} よりも予め少し高く設定してあることにより、IC カード 5 が 1 枚のみデータ書込読出器 3 のループアンテナ 4 と対向するように配置された場合、共振周波数 F_{res} とキャリア周波数 F_{car} とを完全に同調させることはできなかった。

【0011】 このため IC カード 5 では、1 枚における通信距離が犠牲になるだけでなく、複数枚重ねられた状態であっても受信効率の向上を図ることはできず、1 枚のとき及び複数枚重ねられたときであっても受信効率をより改善したいという問題があった。

【0012】 さらにかかる構成の IC カード 5 においては、IC カード 5 を例えば 4 枚重ねた場合、図 14 に示

すように共振周波数 F_{res} がキャリア周波数 F_{car} から大幅にずれてしまい、これによりデータの送受信を行い得なくなるという問題があった。

【0013】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、常に効率良く電磁波を受信し得るアンテナ装置及びカード状記憶媒体を提案しようとするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、所定の電磁波を受信するアンテナ装置において、ループアンテナと、当該ループアンテナの一部に対してコンデンサが並列に接続されることにより形成される共振手段とを設け、当該共振手段の共振周波数を所定の電磁波の周波数よりも高い周波数に設定し、アンテナ装置単体の場合は当該所定の電磁波をループアンテナで受信するとともに、アンテナ装置を複数枚重ねた場合、当該アンテナ装置を複数枚重ねたことによる共振手段の共振周波数の低下によって所定の電磁波を当該共振手段で受信するようにしたことにより、アンテナ装置が単体又は複数枚重ねられた状態でも常に良好な効率で電磁波を受信することができる。

【0015】また本発明においては、所定の電子回路との間で所定の電磁波を介して通信を行うカード状記憶媒体において、ループアンテナと、当該ループアンテナの一部に対してコンデンサが並列に接続されることにより形成される共振手段とを設け、当該共振手段の共振周波数を所定の電磁波の周波数よりも高い周波数に設定し、カード状記憶媒体単体の場合は当該所定の電磁波をループアンテナで受信するとともに、カード状記憶媒体を複数枚重ねた場合、当該カード状記憶媒体を複数枚重ねたことによる共振手段の共振周波数の低下によって当該所定の電磁波を当該共振手段で受信するようにしたことにより、カード状記憶媒体が単体又は複数枚重ねられた状態でも常に良好な効率で電磁波を受信することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0017】(1) ICカードシステムの全体構成
図1において、10は全体として非接触型のIC(Integrated Circuit)カードシステムを示し、互いに対向するように配置されたカード状記憶媒体としてのICカード11とデータ書込読出装置21とから構成されている。

【0018】ICカード11は、電源供給用のバッテリーを有しないバッテリーレス型のICカードであり、例えばクレジットカード状の平板形状の基板15上に実装され、データ書込読出装置21から放射された電磁波(破線で示す)を受信して電気信号に変換するコイル状のループアンテナ32と、送信データの変調又は受信データの復調を行う変復調回路13及び受信データの解析及び送信データの生成を行う信号処理回路14からなる

電子回路36で構成されている。

【0019】實際上ICカード11においては、データ書込読出装置21から放射された電磁波をループアンテナ32で受信し、これを変調波として変復調回路13に送出する。変復調回路13は変調波を復調し、これをデータ書込読出装置21から送られてきた再生データD1として信号処理回路14に送出する。

【0020】信号処理回路14はCPU(Central Processing Unit)であり、ROM(Read Only Memory)やRAM(Random Access Memory)を内部に有し(図示せず)、ROMに内蔵されているプログラムを読み出して再生データD1をRAM上で解析し、再生データD1に基づいて内部の不揮発性メモリ(図示せず)に格納されている返答データD2を読み出し、これを変復調回路13に送出する。変復調回路13は、返答データD2に基づいて変調し、ループアンテナ32から電磁波としてデータ書込読出装置21に放射する。

【0021】ここで変復調回路13は、電磁波の磁界エネルギーを安定した直流電源に変換する電源回路(図示せず)を内部に有しており、データ書込読出装置21から放射されてループアンテナ32で受信した電磁波を基に電源回路によって直流電源DC1に変換して信号処理回路14に供給すると共に、受信した電磁波に基づいて生成したクロック信号CLK1を信号処理回路14に送出し、また各種制御用のコントロール信号CTL1を信号処理回路14から受け取るようになされている。

【0022】データ書込読出装置21は、キーボードや操作パネル等なる入力部26からの指示信号S1を信号処理部24に送出する。信号処理部24はCPUであり、ROMやRAMを内部に有し(図示せず)、ROMに内蔵されているプログラムを読み出し、指示信号S1に応じた信号処理をRAM上で行うことによりICカード11に送信すべき送信データD3を生成し、これを変復調回路23に送出する。

【0023】変復調回路23は、効率良く放射し得るような所定の周波数帯域の搬送波を用いて送信データD3に基づく変調処理を施し、ループアンテナ22から電磁波として放射する。

【0024】またデータ書込読出装置21は、ICカード11から放射された電磁波をループアンテナ22によって受信し、これを変調波として変復調回路23に送出する。変復調回路23は、変調波を復調し、これをICカード11から送られてきた再生データD4として信号処理部24に送出する。

【0025】ここで信号処理部24は、電源回路(図示せず)から供給された直流電源DC2を変復調回路23に供給すると共に、クロック信号CLK2及び各種制御用のコントロール信号CTL2を変復調回路23に送出するようになされている。

【0026】信号処理部24は、受け取った再生データ

D4に基づいて信号処理を施し、その結果をディスプレイ25に表示する。また信号処理部24は、再生データD4に基づく信号処理結果を外部装置27に送出し得るようにもなされている。

【0027】(2) ICカードの構成

次に、複数枚重ねられた状態であってもデータ書込読出装置21から放射された電磁波をループアンテナ12によって最良の受信効率で受信するようになされた、ICカード11の具体的な構成について説明する。

【0028】図2に示すように、ICカード11はループアンテナ32の2つの端点T1及びT2が電子回路36に接続されている。またループアンテナ32のほぼ中間位置に中間タップT3が設けられており、当該ループアンテナ32は中間タップT3によってループアンテナ32A及び32Bに分割されている。そして中間タップT3と端点T1の間にはコンデンサ31が接続されており、ループアンテナ32Aとコンデンサ31とによって共振回路35が形成されている。

【0029】實際上ICカード11は、図3に示すように基板15上の外周側の縁部分を沿うように実装された全6周のループアンテナ32の最外周に端点T1が設けられているとともに当該ループアンテナ32の最内周に端点T2が設けられ、また当該ループアンテナ32の外側から2周目に中間タップT3が設けられており、当該ループアンテナ32の外側2周分がループアンテナ32Aとして動作するようになされている。

【0030】図2において、ICカード11に対して、共振回路35の共振周波数 F_{res} と同一の周波数でなる電磁波が外部から加えられた場合、共振回路35（ループアンテナ32A及びコンデンサ31）は当該電磁波に対して共振することにより当該電磁波を効率よく受信し、受信した電磁波に応じた受信電力を電子回路36に供給する。かかる状態を共振モードと呼ぶ。共振モードにおいて、ループアンテナ32Bは電磁波に対して共振せず、近似的に共振回路35と電子回路36とを接続する電線として動作する。共振モードにおけるループアンテナ32全体の受信感度は、電磁波の周波数と共振周波数 F_{res} の差に応じて低下する。

【0031】一方、ICカード11に対して、共振回路35の共振周波数 F_{res} から離れた周波数でなる電磁波*

$$F_{res} = 2 F_{car}$$

【0038】従って、データ書込読出装置21のループアンテナ22に対してICカード11を単体（1枚のみ）で配置した場合、キャリア周波数 F_{car} と共振周波数 F_{res} とは一致しない。このため、この状態では共振回路35は当該電磁波に対して共振せず、ループアンテナ32はトランスモードで受信電力を得る。図5において、曲線N1はICカード11が1枚のみの場合の受信感度曲線を示し、データ書込読出装置21から放射され

*が外部から加えられた場合、共振回路35は当該電磁波に対して共振しない。この場合ICカード11はループアンテナ32全体（ループアンテナ32A及び32B）で電磁波を受信し、当該電磁波に応じた受信電力を電子回路36に供給する。かかる状態をトランスモードと呼ぶ。当該トランスモードにおいて、ループアンテナ32及びデータ書込読出装置21のループアンテナ22（図1）は、鉄心を持たないトランスとして動作する。トランスモードにおけるループアンテナ32全体の受信感度は共振モードに比べて低い、電磁波の周波数に係わらずほぼ一定の値を保つ。

【0032】図4において曲線P1は、ICカード11に加えられる電磁波の周波数と、ループアンテナ32から電子回路36に供給される電圧の関係を示し、共振回路35の共振周波数 F_{res} （この場合13.56MHz）において最大の電圧（約200mV）を得ている。これは共振モードによる受信電力である。

【0033】電磁波の周波数が共振周波数 F_{res} から低下するに従って電圧は急激に低下するが、10MHz付近から受信電圧の低下が止まり、1MHz以降まではほぼ均一な電圧が得られている。これはトランスモードによる受信電力である。

【0034】かくしてICカード11は、共振回路35の共振周波数 F_{res} と同一周波数の電磁波のみならず、当該共振周波数 F_{res} から離れた周波数の電磁波によっても所定レベルの受信電力を得ることができるようになされている。

【0035】図4に、図4における曲線P2は従来の共振型ループアンテナによる受信電圧を示し、共振周波数 F_{res} よりも低い周波数では、電圧が曲線P1の1/3程度となっている。

【0036】(3) ICカードの共振周波数
 本発明によるICカード11は、当該ICカード11を複数枚重ねた場合の共振周波数低下を考慮して、共振回路35の共振周波数 F_{res} を、データ書込読出装置21から放射される電磁波のキャリア周波数 F_{car} の2倍に設定されている。すなわち共振周波数 F_{res} は次式で与えられる。

【0037】

【数1】

$$\dots\dots (1)$$

る電磁波のキャリア周波数 F_{car} に対してトランスモードによる一定値の感度を示している。

【0039】一方、データ書込読出装置21のループアンテナ22に対して、ICカード11を2枚重ねて配置した場合、この2枚重ね状態の共振周波数 F_{res2} は次式で与えられる。

【0040】

【数2】

$$\begin{aligned}
 F_{res2} &= F_{res} \frac{1}{\sqrt{2}} \\
 &= 2 F_{car} \frac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} F_{car} \dots\dots (2)
 \end{aligned}$$

【0041】この状態においても共振回路35は当該電磁波に対して共振せず、ループアンテナ32はトランスモードで受信電力を得る。図5において、曲線N2はICカード11が2枚重ねられた場合の受信感度曲線を示し、データ書込読出装置21から放射される電磁波のキャリア周波数 F_{car} に対してトランスモードによる一定値の感度を示している。

10 * 【0042】さらに、データ書込読出装置21のループアンテナ22に対してICカード11を3枚重ねて配置した場合、この3枚重ね状態の共振周波数 F_{res3} は次式で与えられる。

【0043】

【数3】

$$\begin{aligned}
 F_{res3} &= F_{res} \frac{1}{\sqrt{3}} \\
 &= 2 F_{car} \frac{1}{\sqrt{3}} = F_{car} \frac{2}{\sqrt{3}} \dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

【0044】この状態において、3枚重ね状態の共振周波数 F_{res3} は電磁波のキャリア周波数 F_{car} に接近し、これにより共振回路35は当該電磁波に対して共振し、ループアンテナ32は共振モードで受信電力を得る。図5において、曲線N3はICカード11が3枚重ねられた場合の受信感度曲線を示し、データ書込読出装置21から放射される電磁波のキャリア周波数 F_{car} に対して※

※共振モードによる感度を示している。

【0045】さらに、データ書込読出装置21のループアンテナ22に対してICカード11を4枚重ねて配置した場合、この4枚重ね状態の共振周波数 F_{res4} は次式で与えられる。

【0046】

【数4】

$$\begin{aligned}
 F_{res4} &= F_{res} \frac{1}{\sqrt{4}} \\
 &= 2 F_{car} \frac{1}{\sqrt{4}} = F_{car} \dots\dots (4)
 \end{aligned}$$

【0047】この状態において、4枚重ね状態の共振周波数 F_{res4} は電磁波のキャリア周波数 F_{car} に一致し、これにより共振回路35は当該電磁波に対して最良の効率で共振し、ループアンテナ32は共振モードで受信電力を得る。図5において、曲線N4はICカード11が4枚重ねられた場合の受信感度曲線を示し、データ書込読出装置21から放射される電磁波のキャリア周波数 F_{car} に対して共振モードによる最良の感度を示している。

【0048】かくしてICカード11は、当該ICカード11の重ね枚数の増加に応じて、データ書込読出装置21から放射される電磁波に対する受信感度が向上するようになされている。

【0049】ここで、ICカード11を複数枚重ねた場合、あるICカード11が受信する電磁波の強度は、他のICカード11が当該電磁波を受信することにより生じる磁界によって相殺され低下する。かかる受信電磁波の強度は、ICカード11の重ね枚数の増加に応じて低

下していく。

【0050】本発明によるICカード11は、当該ICカード11の重ね枚数の増加に応じた受信感度の向上と、当該ICカード11の重ね枚数の増加に応じた受信電磁波の強度低下とが相殺されるため、ICカード11の重ね枚数が変化しても当該ICカード11の通信距離はほぼ一定となる。

【0051】(4) 動作及び効果

以上の構成において、データ書込読出装置21のループアンテナ22に対してICカード11を1枚または2枚重ねて配置した場合、共振回路35の共振周波数と電磁波のキャリア周波数 F_{car} は一致せず、このため共振回路35は当該電磁波に対して共振せず、これによりICカード11はトランスモードで受信電力を得る。

【0052】これに対しループアンテナ22に対してICカード11を3枚重ねて配置した場合、共振回路35の共振周波数は電磁波のキャリア周波数 F_{car} に接近し、これにより共振回路35は当該電磁波に対して共振し、ICカード11は共振モードで受信電力を得る。

【0053】さらにループアンテナ22に対してICカード11を4枚重ねて配置した場合、共振回路35の共振周波数は電磁波のキャリア周波数 F_{car} に一致し、これにより共振回路35は当該電磁波に対して最良の効率で共振し、ICカード11は共振モードで受信電力を得る。

【0054】ここで、ICカード11の重ね枚数の増加に応じて、各ICカード11の受信感度が向上するとともに各ICカード11の受信電磁波の強度が低下するため、結果として受信感度の向上と受信電磁波の強度低下が相殺され、ICカード11の重ね枚数にかかわらずほぼ一定の通信距離を得ることができる。

【0055】以上の構成によれば、ループアンテナ32の中間に中間タップT3を設け、当該中間タップT3と端点T1の間にコンデンサ31を接続して共振回路35を形成し、ICカード11を複数枚重ねた場合の共振周波数低下を考慮して当該共振回路35の共振周波数 F_{res} をデータ書込読出装置21から放射される電磁波のキャリア周波数 F_{car} の2倍に設定したことにより、他のICカード11と重ねられた場合においてもデータ書込読出装置21から放射された電磁波を最良の受信効率で受信することができ、かくして1枚時の通信距離や通信品質を犠牲にすることなく複数枚重ねられた時においても十分な通信距離や通信品質を得ることができる。

【0056】(5) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、共振回路35の共振周波数 F_{res} をデータ書込読出装置21から放射される電磁波のキャリア周波数 F_{car} の2倍に設定したが、本発明はこれに限らず、予想されるICカードの重ね枚数や共振回路の受信感度曲線等に応じて、他の様々な周波数に設定してもよい。

【0057】また上述の実施の形態においては、ループアンテナ32に中間タップT3を設け、当該中間タップT3と端点T1とにコンデンサ31を接続して共振回路35を設けたが、本発明はこれに限らず、ループアンテナに2つまたはそれ以上の中間タップを設けて当該各中間タップにコンデンサを接続し、ICカードに複数の共振回路を設けるようにしても良い。

【0058】すなわち図6に示すように、ICカード12が有するループアンテナ33の2つの端点T1及びT2が電子回路36に接続されている。またループアンテナ33の中間には中間タップT3及びT4が設けられており、当該ループアンテナ33は中間タップT3及びT4によってループアンテナ33A、33B及び33Cに分割されている。そして中間タップT3と端点T1の間には第1のコンデンサ31Aが接続され、ループアンテナ33Aと第1のコンデンサ31Aとによって第1の共振回路35Aが形成されている。同様に中間タップT4と端点T2の間には第2のコンデンサ31Bが接続され、ループアンテナ33Cと第2のコンデンサ31Bとによって第2の共振回路35Bが形成されている。第1の共振回路35Aの共振周波数 F_{resA} と、第2の共振回路35Bの共振周波数 F_{resB} とはそれぞれ異なった周波数に設定されている。

【0059】實際上ICカード12は、図7に示すように基板15上の外周側の縁部分を沿うように実装された全6周のループアンテナ33の外側から2周目に中間タップT3が設けられており、当該ループアンテナ33の外側2周分がループアンテナ33Aとして動作するとともに、ループアンテナ33の内側から2周目に中間タップT4が設けられており、当該ループアンテナ33の内側2周分がループアンテナ33Cとして動作する。

【0060】図6において、ICカード12に対して第1の共振回路35Aの共振周波数 F_{resA} と同一の周波数でなる電磁波が外部から加えられた場合、第1の共振回路35A（ループアンテナ33A及び第1のコンデンサ31A）は当該電磁波に対して共振することにより当該電磁波を効率よく受信し（共振モード）、受信した電磁波に応じた受信電力を電子回路36に供給する。このとき、ループアンテナ33B及び33Cは電磁波に対して共振せず、近似的に第1の共振回路35Aと電子回路36とを接続する電線として動作する。

【0061】これに対し、ICカード12に対して第2の共振回路35Bの共振周波数 F_{resB} と同一の周波数でなる電磁波が外部から加えられた場合、第2の共振回路35B（ループアンテナ33C及び第2のコンデンサ31B）は当該電磁波に対して共振することにより当該電磁波を効率よく受信し（共振モード）、受信した電磁波に応じた受信電力を電子回路36に供給する。このとき、ループアンテナ33A及び33Bは電磁波に対して共振せず、近似的に第2の共振回路35Bと電子回路3

6とを接続する電線として動作する。

【0062】ICカード12に対して F_{resA} 及び F_{resB} と離れた周波数でなる電磁波が外部から加えられた場合、第1の共振回路36A及び第2の共振回路36Bは当該電磁波に対して共振しない。この場合ICカード12はループアンテナ33全体（ループアンテナ33A、33B及び33C）で電磁波を受信し（トランスモード）、当該電磁波に応じた受信電力を電子回路36に供給する。

【0063】図8において曲線P3は、ICカード12に加えられる電磁波の周波数と、ループアンテナ33から電子回路36に供給される電圧の関係を示し、第1の共振回路35Aの共振周波数 F_{resA} 及び第2の共振回路35Bの共振周波数 F_{resB} において受信電圧のピークを示している。電磁波の周波数が第1の共振回路35Aの共振周波数 F_{resA} から低下するに従って電圧は急激に低下するが、8MHz付近から受信電圧の低下が止まり、1MHz以降まではほぼ均一な電圧が得られている。

【0064】このように、ICカードに複数の共振回路を設けることによって複数の共振点を得られ、これら複数の共振点（共振周波数）を適宜設定することにより、ICカードを複数枚重ねた場合の受信感度低下を防止することができる。

【0065】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、所定の電磁波を受信するアンテナ装置において、ループアンテナと、当該ループアンテナの一部に対してコンデンサを並列に接続することにより形成される共振手段とを設け、当該共振手段の共振周波数を所定の電磁波の周波数よりも高い周波数に設定し、アンテナ装置単体の場合は当該所定の電磁波をループアンテナで受信するとともに、アンテナ装置を複数枚重ねた場合、当該アンテナ装置を複数枚重ねたことによる共振手段の共振周波数の低下によって当該所定の電磁波を当該共振手段で受信するようにしたことにより、アンテナ装置が単体又は複数枚重ねられた状態でも常に常に良好な効率で電磁波を受信し得るアンテナ装置を実現することができる。

【0066】また本発明によれば、所定の電子回路との間で所定の電磁波を介して通信を行うカード状記憶媒体において、ループアンテナと、当該ループアンテナの一部に対してコンデンサを並列に接続することにより形成される共振手段とを設け、当該共振手段の共振周波数を所定の電磁波の周波数よりも高い周波数に設定し、カード状記憶媒体単体の場合は当該所定の電磁波をループア

ンテナで受信するとともに、カード状記憶媒体を複数枚重ねた場合、当該カード状記憶媒体を複数枚重ねたことによる共振手段の共振周波数の低下によって当該所定の電磁波を当該共振手段で受信するようにしたことにより、カード状記憶媒体が単体又は複数枚重ねられた状態でも常に常に良好な効率で電磁波を受信し得るカード状記憶媒体を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】非接触ICカードシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明によるICカードの構成を示す接続図である。

【図3】ICカードの実装イメージを示す略線図である。

【図4】本発明によるICカードの受信電圧を示す特性曲線図である。

【図5】本発明によるICカードの受信感度を示す特性曲線図である。

【図6】他の実施の形態によるICカードの構成を示す接続図である。

【図7】他の実施の形態によるICカードの実装イメージを示す略線図である。

【図8】他の実施の形態によるICカードの受信電圧を示す特性曲線図である。

【図9】従来の非接触ICカードシステムの構成を示すブロック図である。

【図10】ICカードが1枚のときの同調周波数を示す略線図である。

【図11】ICカードを複数枚重ねたときの等価回路の構成を示す接続図である。

【図12】ICカードを複数枚重ねたときの同調周波数の遷移を示す特性曲線図である。

【図13】複数枚重ねに対応したICカードにおける同調周波数の遷移を示す特性曲線図である。

【図14】ICカードを4枚重ねた状態における同調周波数の遷移を示す特性曲線図である。

【符号の説明】

1、10……非接触ICカードシステム、2、21……データ書込読出装置、6、32、33……ループアンテナ、7、31……コンデンサ、31A……第1のコンデンサ、31B……第2のコンデンサ、8、35……共振回路、35A……第1の共振回路、35B……第2の共振回路。

【図1】

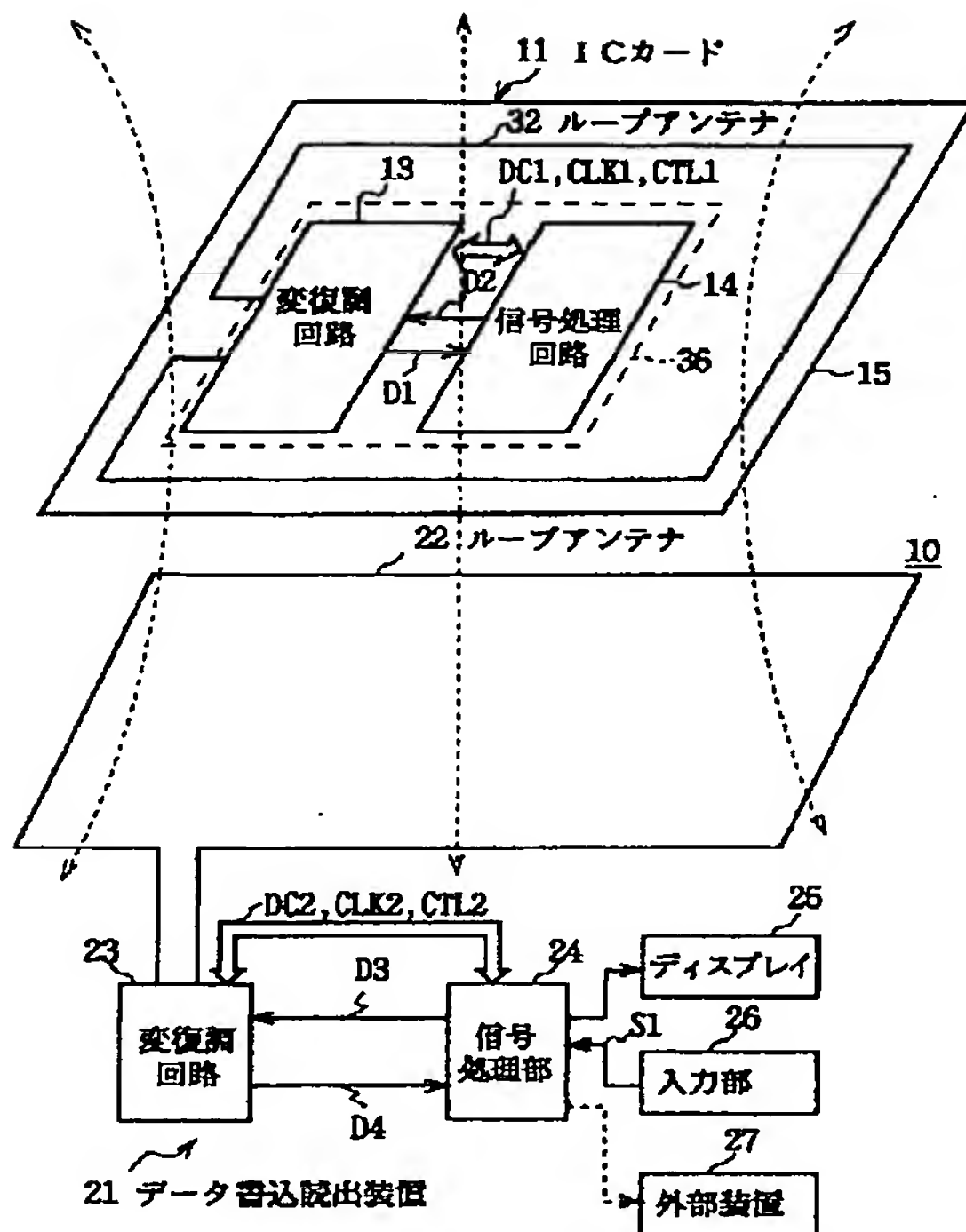


図1 非接触ICカードシステム

【図3】

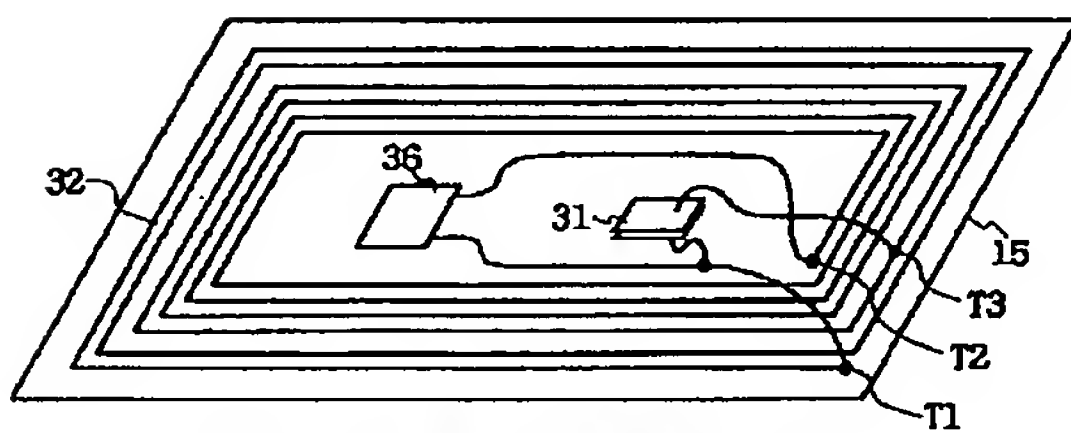


図3 ICカードの実装イメージ

【図2】

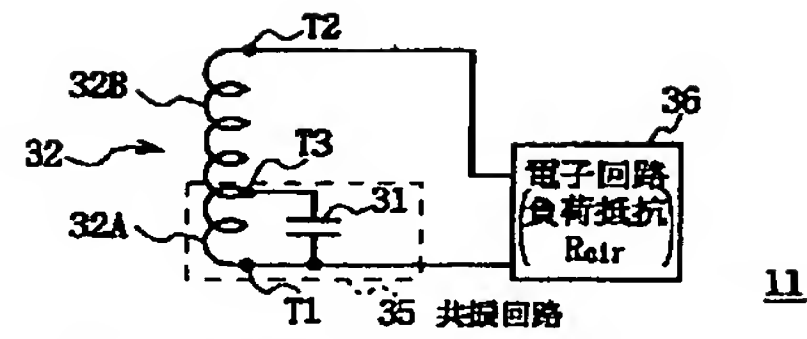


図2 本発明によるICカード

【図4】

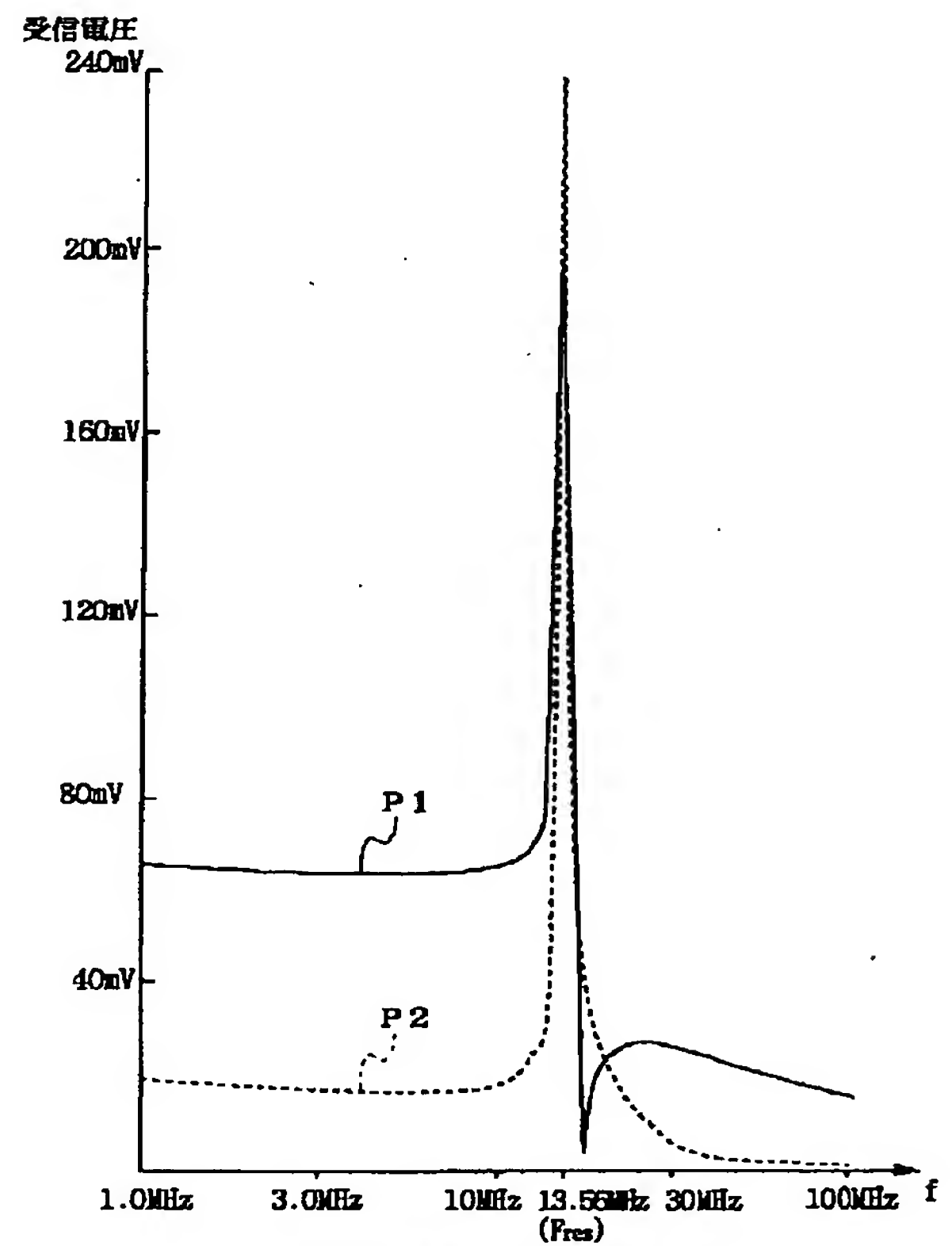


図4 周波数と受信電圧

【図5】

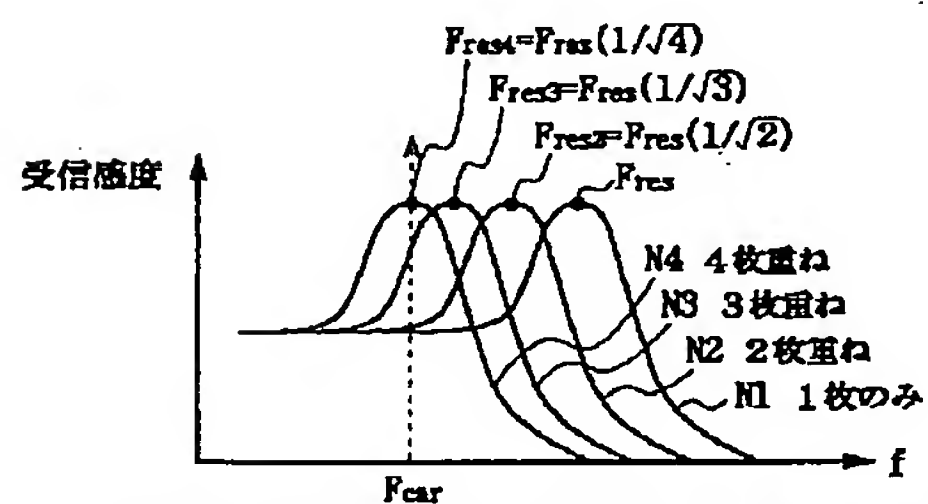


図5 本発明によるICカードの受信感度

【図6】

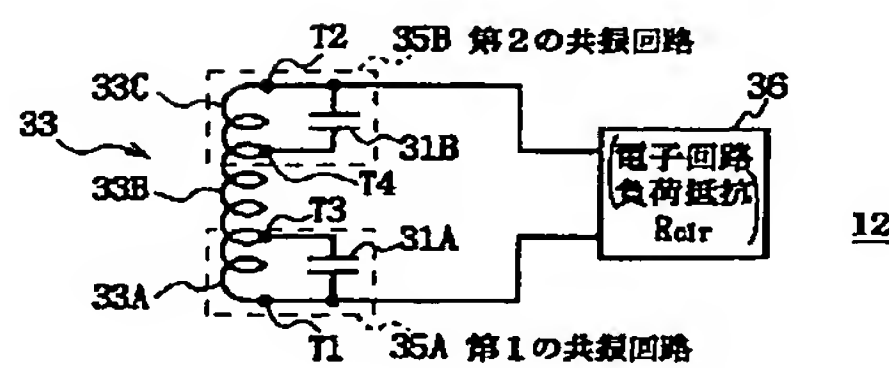


図6 他の実施の形態によるICカード

【図7】

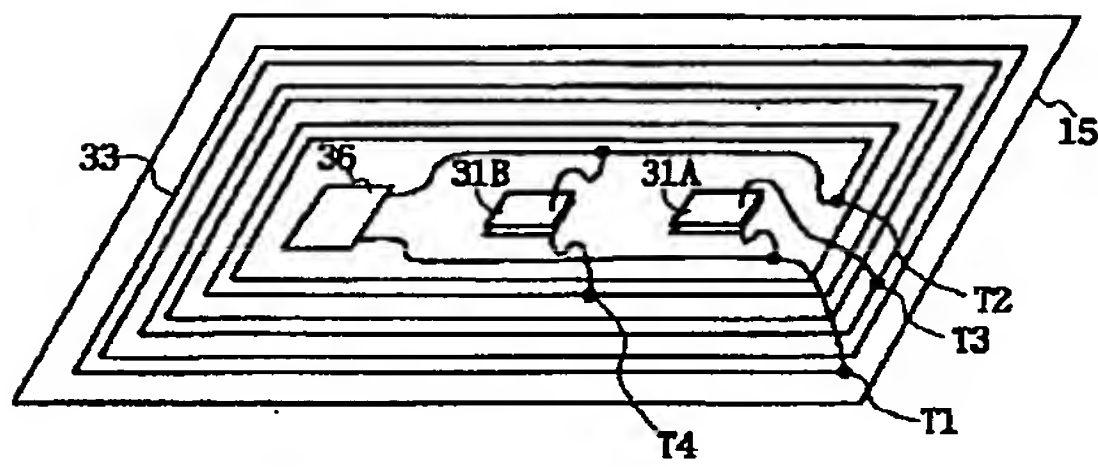


図7 他の実施の形態によるICカードの実装イメージ

【図9】

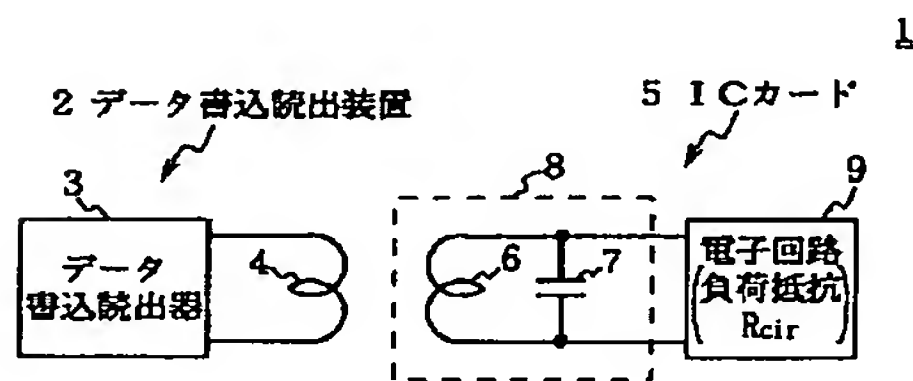


図9 従来の非接触ICカードシステム

【図8】

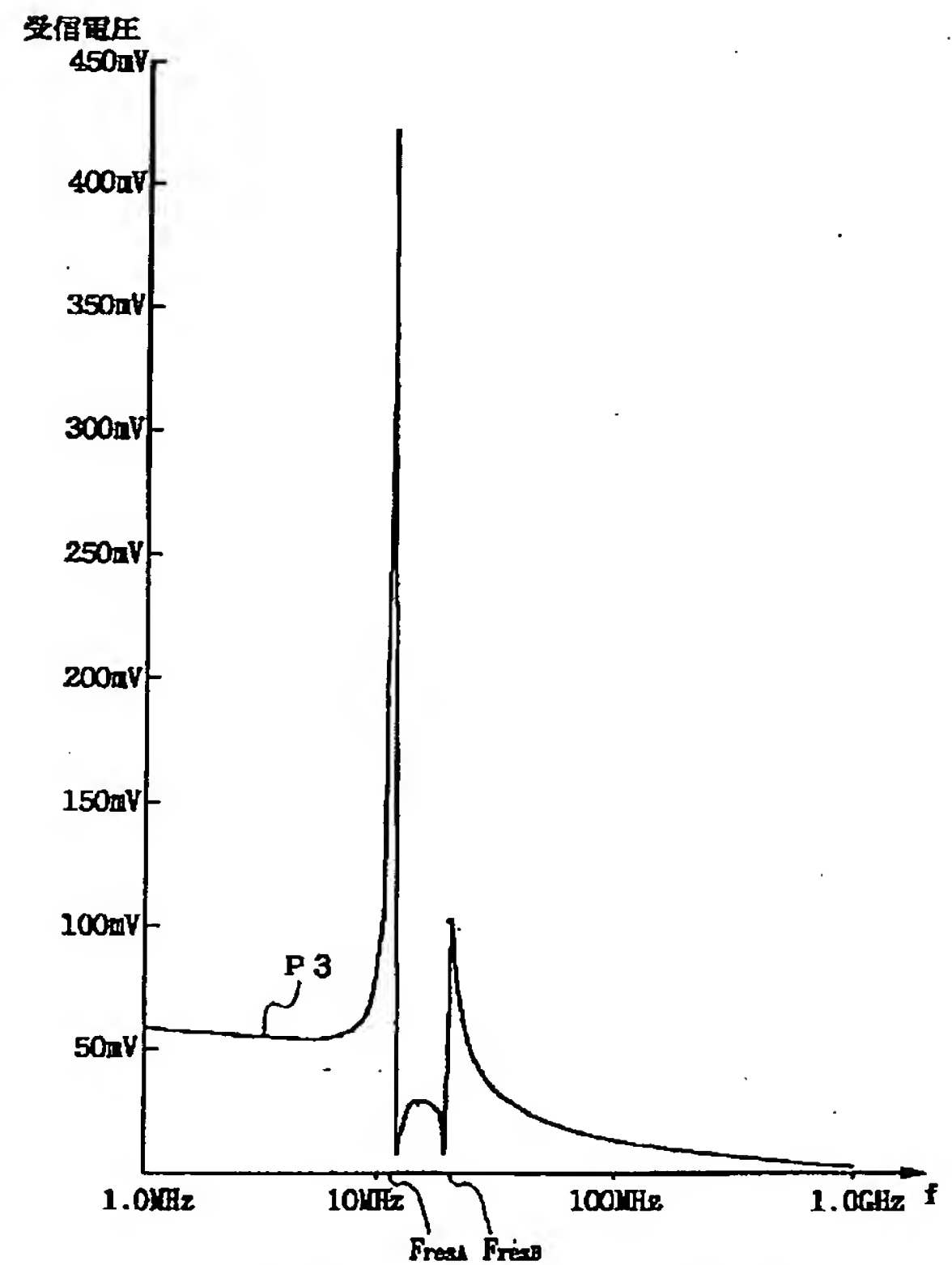


図8 他の実施の形態による周波数と受信電圧

【図10】

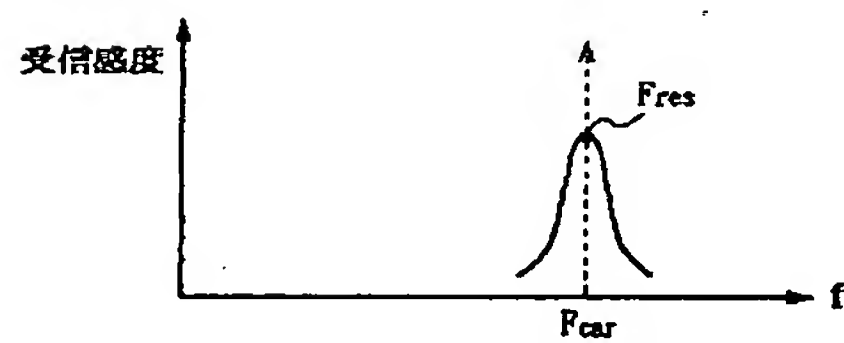


図10 ICカードが1枚のときの同調周波数

【図11】

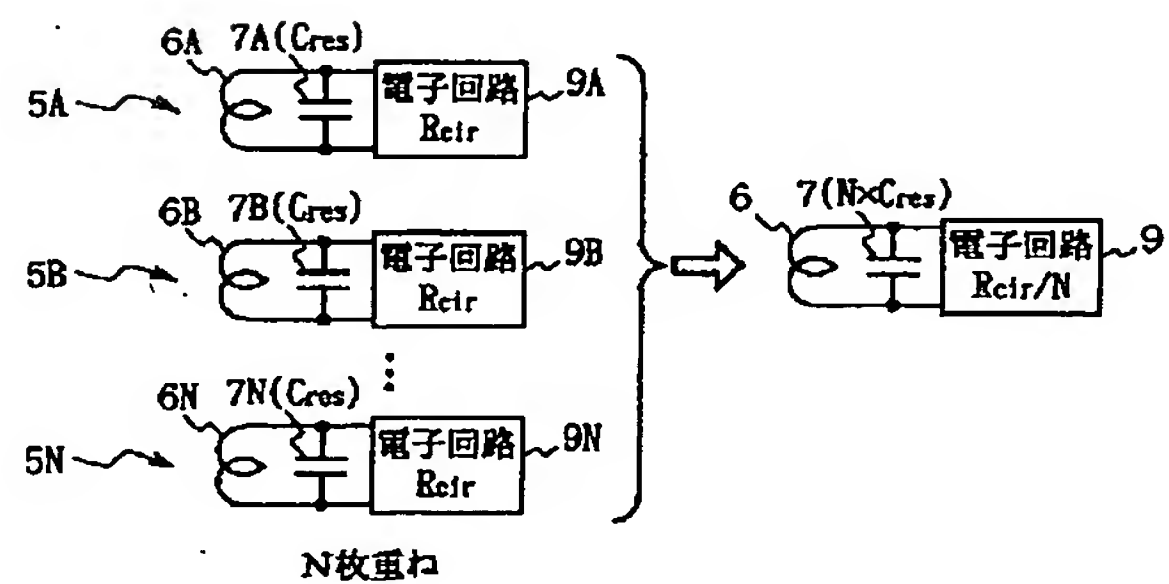


図11 ICカードを複数枚重ねたときの等価回路

【図14】

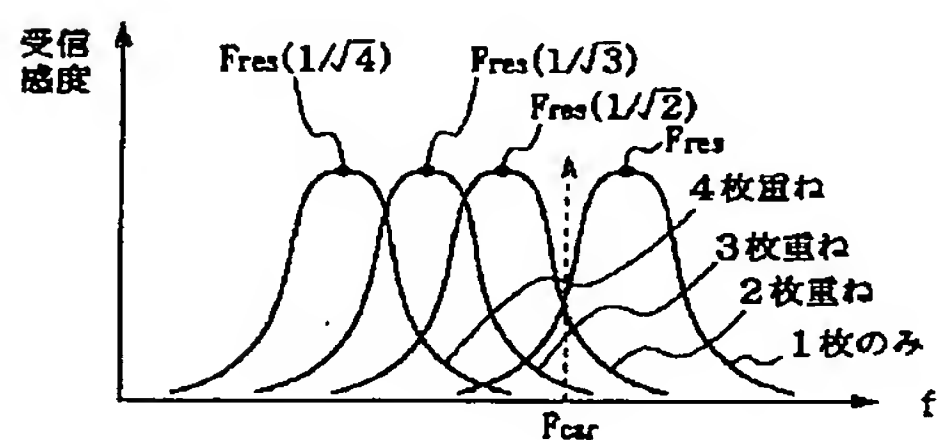


図14 ICカードを4枚重ねた場合における同調周波数

【図12】

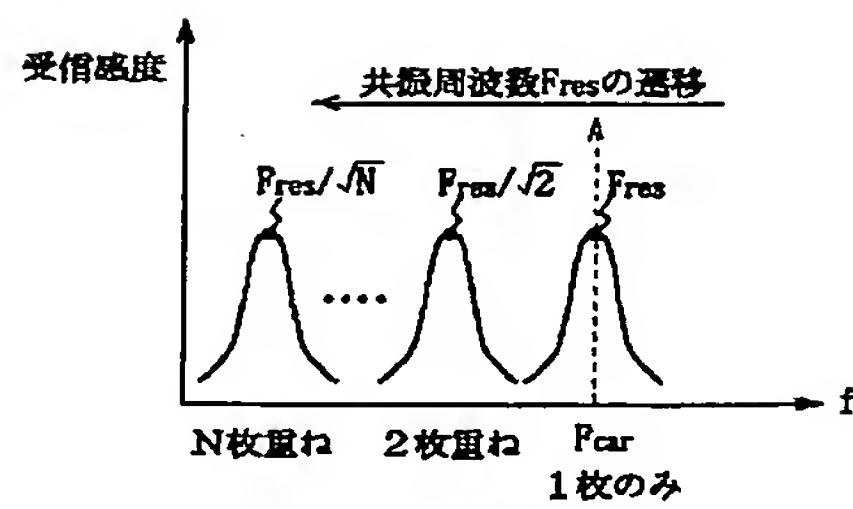


図12 ICカードを複数枚重ねたときの同調周波数の遷移

【図13】

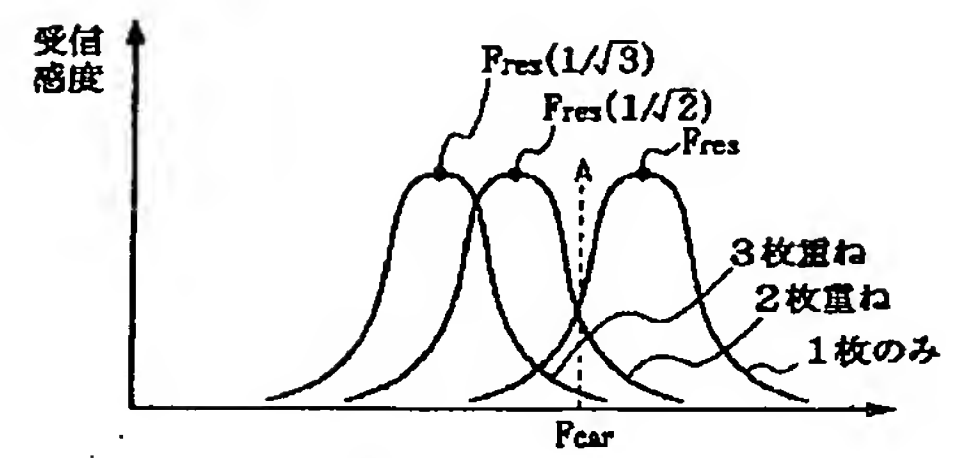


図13 複数枚重ねに対応したICカードにおける同調周波数の遷移

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H01Q 23/00

識別記号

F I

G06K 19/00

テームト(参考)

H